

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-236263

(43)公開日 平成8年(1996)9月13日

(51)Int.Cl.⁵

H 0 1 T 21/02
13/20

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 1 T 21/02
13/20

技術表示箇所

E

審査請求 未請求 請求項の数4 F D (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平7-61706

(22)出願日 平成7年(1995)2月24日

(71)出願人 000004547

日本特殊陶業株式会社

愛知県名古屋市長区瑞穂区高辻町14番18号

(72)発明者 加川 純一

愛知県名古屋市長区瑞穂区高辻町14番18号 日

本特殊陶業株式会社内

(72)発明者 山口 誠

愛知県名古屋市長区瑞穂区高辻町14番18号 日

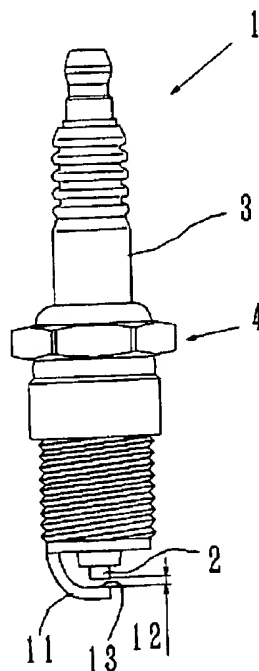
本特殊陶業株式会社内

(54)【発明の名称】 スパークプラグの製造方法

(57)【要約】

【目的】 ニッケルメッキプラグの接地電極における予備曲げをメッキ前に実施しメッキ割れを回避する。

【構成】 金属素材を冷間押し出し成形した後、切削加工により金属素材の外周に六角部、鍔状部、円筒部を形成し、円筒部の先端面に接地電極を抵抗溶接する。この接地電極を所定の長さに切断し、ネジ転造により主体金具の外周にネジ部を形成した後に、曲げ成形機により接地電極をし字状に折り曲げ加工を行い、ニッケルメッキを施す。接地電極を折り曲げスパークギャップを成形した後にニッケルメッキを施すため、メッキ割れの主要原因を回避できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 (a) 外周面にネジを施した筒状の主体金具の先端面に接続した単数又は複数の接地電極を最終形状とほぼ同等の状態に仮曲げを行う第1工程と、

(b) 前記主体金具に高温耐食性の難加工表面処理を施す第2工程と、(c) 該主体金具に中軸付絶縁体を組み付けることによって前記接地電極と中軸との間でスパークギャップを形成する第3工程と、を備えたスパークプラグの製造方法。

【請求項2】 (a) 外周面にネジを施した筒状の主体金具の先端面に接続した複数の接地電極を最終形状に仮曲げを行う第1工程と、(b) 前記主体金具に高温耐食性の難加工表面処理を施す第2工程と、(c) 前記接地電極を切断し、放電端面を形成する第3工程と、(d) 該主体金具に中軸付絶縁体を組み付けることによって前記放電端面と該中軸の先端側面部とでスパークギャップが形成される第4工程と、を備えたスパークプラグの製造方法。

【請求項3】 (a) 外周面にネジを施した筒状の主体金具の先端面に接続した複数の接地電極を最終形状に仮曲げを行う第1工程と、(b) 前記接地電極を切断し、放電端面を形成する第2工程と、(c) 前記主体金具に高温耐食性の難加工表面処理を施す第3工程と、(d) 該主体金具に中軸付絶縁体を組み付けることによって前記放電端面と該中軸の先端側面部とでスパークギャップが形成される第4工程と、を備えたスパークプラグの製造方法。

【請求項4】 請求項1から3において、高温耐食性の難加工表面処理がクロムメッキ、ニッケルメッキ、ニッケルメッキクロメート処理、ニッケルクロムメッキ又は

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、筒状の主体金具の先端面に単数又は複数の接地電極を接合するスパークプラグの製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、易加工表面処理を行う場合には、図12に示したような単数又は複数の接地電極を有するスパークプラグの製造方法（以下従来の易加工表面処理製造方法と呼ぶ）が知られている（図12では単数の接地電極の場合を示す）。この従来の易加工表面処理製造方法は、先ず、図12(a)に示したように、筒状の主体金具101の外周に六角部102と円筒部103を冷間加工した後に、図12(b)に示したように、六角部102の上端部1021と下端部1022、円筒部103の上部1031と下部1032を所定の軸方向及び径方向の寸法となるように主体金具101の外周を切削する切削加工を行う。

【0003】そして、図12(c)に示したように、円筒状の主体金具101の先端面107に単数又は複数の接地電極104を溶接後に接地電極104の先端部を切断し、図12(d)に示したように、主体金具101の円筒部103の外周面にネジ部105を転造した後に、図12(e)に示したように、主体金具101及び単数又は複数の接地電極104に易加工表面処理を施し、図12(f)に示したように中軸付絶縁体106を組み付けた後、図12(g)に示したように単数又は複数の接地電極104を途中から主体金具101の軸心に向けてL字状に折り曲げる折曲工程を行うことによってスパークギャップ107を形成するスパークプラグ1を製造していた。この場合の易加工表面処理には主として亜鉛メッキ、亜鉛メッキクロメート処理等が行われていた。

【0004】また、難加工表面処理を行う場合には、図13に示したような単数又は複数の接地電極を有するスパークプラグの製造方法（以下従来の第1の難加工表面処理製造方法と呼ぶ）が知られている（図13では単数の接地電極を有する場合を示す）。従来の難加工表面処理製造方法は、先ず、図13(a)に示したように、筒状の主体金具201の外周に六角部202と円筒部203を冷間加工した後に、図13(b)に示したように、六角部202の上端部2021と下端部2022、円筒部203の上部2031と下部2032を所定の軸方向及び径方向の寸法となるように主体金具の外周を切削する切削加工を行う。

【0005】そして、図13(c)に示したように、円筒状の主体金具201の先端面207に単数又は複数の接地電極204を溶接後に接地電極204の先端部を切断し、図13(d)に示したように主体金具201の円筒部203の外周面にネジ部205を転造した後に、図13(e)に示したように、接地電極204を熱収縮チューブ208等によりマスキングを行った後に、主体金具201及び単数又は複数の接地電極204と主体金具201の溶接部209に難加工表面処理を施し、図13(f)に示したようにマスキングを除去し、中軸付絶縁体206を組み付けた後、図13(g)に示したように単数又は複数の接地電極204を途中から主体金具201の軸心に向けL字状に折り曲げる折曲工程を行うことによってスパークギャップ207を形成するスパークプラグ1を製造していた。

【0006】その他の従来の第2の難加工表面処理製造方法としては、主体金具301の円筒部303の外周面にネジ部305を転造した後に、図14(a)に示したように、接地電極304をチャック307等により表面処理層310に浸らないように保持しながら主体金具301及び単数又は複数の接地電極304と主体金具301の溶接部308に表面処理を施し、図14(b)に示したように中軸付絶縁体306を組み付けた後、図14(c)に示したように単数又は複数の接地電極304を

途中から主体金具301の軸心に向けし字状に折り曲げる折曲工程を行うことによってスパークギャップ307を形成するスパークプラグ1を製造していた。この場合の難加工表面処理としては主としてニッケルメッキが用いられていた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、内燃機関の出力向上又はエンジンルームスペースの減少に伴うスパークプラグ主体金具の耐熱性向上の必要性から従来の易加工表面処理では対処が困難となってきた。

【0008】即ち、高速で連続運転した場合、エンジンの排気管等から受ける輻射熱によってスパークプラグ全体が従来の易加工表面処理層の耐熱性を越える様な高温となる。この様な高速での連続運転後には主体金具及び接地電極に施した易加工表面処理層の全体が変色し、はげ落ちる状態となって、主体金具の表面に錆が発生し、スパークプラグをエンジンから取り外すことが困難となる等の不具合が生じる危険性が出てきた。

【0009】このため単純に従来の易加工表面処理製造工程における表面処理の工程のみを難加工表面処理に置き換えると、接地電極はその後の折曲工程により従来の易加工表面処理では生じなかった難加工表面処理層の割れ、剥離等を生じ、スパークギャップ間に剥離した難加工表面処理層がブリッジ状態となって短絡し、電気火花を生じない等の不具合を生じる危険性がある。

【0010】この不具合を回避するため、一度施した難加工表面処理層を剥がす工程を設ける方法も考えられる。この方法としては酸処理を行うことが一般的であるが、易加工表面処理層の場合は塩酸で容易に剥がすことができ、接地電極の素地を痛めることは少ないのに対し、難加工表面処理では、弗酸、王水等の強酸を使用しなければならず、接地電極の素地まで腐食されてしまう等の不具合もある。

【0011】また、難加工表面処理層の厚みを薄くすることにより、表面処理層に加わる応力を減少させることができるが、表面処理層が薄いことから耐食性に劣る結果となる。

【0012】一方、従来の難加工表面処理製造方法においては、接地電極に表面処理を行わないように、マスキングし、又は表面処理層に浸らないようにする等、非常に工数がかかり、量産性の悪いものとなっていた。本発明は、耐熱性に優れた難加工表面処理層を有するスパークプラグの製造方法の提供を目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、外周面にネジを施した筒状の主体金具の先端面に接続した単数又は複数の接地電極を最終形状とほぼ同等の状態に仮曲げを行う第1工程と、この第1工程の終了後に、前記主体金具に高温耐食性の難加工表面処理を施す第2工程と、この第2工程終了後に、該主体金具に中軸付絶縁体

を組み付けることによって前記接地電極と中軸との間でスパークギャップを形成する第3工程と、を備えた製造方法を採用した。

【0014】請求項2の発明は、外周面にネジを施した筒状の主体金具の先端面に接続した複数の接地電極を最終形状に仮曲げを行う第1工程と、この第1工程終了後に、前記主体金具に高温耐食性の難加工表面処理を施す第2工程と、この第2工程終了後に、前記接地電極を切断し、放電端面を形成する第3工程と、この第3工程終了後に、該主体金具に中軸付絶縁体を組み付けることによって前記放電端面と該中軸の先端側面部とでスパークギャップが形成される第4工程を備えた製造方法を採用した。

【0015】請求項3の発明は、外周面にネジを施した筒状の主体金具の先端面に接続した複数の接地電極を最終形状に仮曲げを行う第1工程と、この第1工程の終了後に、前記接地電極を切断し、放電端面を形成する第2工程と、この第2工程終了後に、前記主体金具に高温耐食性の難加工表面処理を施す第3工程と、この第3工程終了後に、該主体金具に中軸付絶縁体を組み付けることによって前記放電端面と該中軸の先端側面部とでスパークギャップが形成される第4工程を備えた製造方法を採用した。

【0016】請求項4の発明は、前記請求項1から3の発明のうち、高温耐食性の難加工表面処理が、クロムメッキ、ニッケルメッキ、ニッケルメッキクロメート処理、ニッケルクロムメッキ又は亜鉛ニッケルメッキのうち少なくとも一種類である製造方法を採用した。

【0017】

【作用及び効果】本発明によれば、主体金具に溶接した接地電極を最終形状とほぼ同等の状態に仮曲げを行った後にメッキを行うため、ニッケルメッキ等の難加工表面処理においてもメッキ割れ、剥離が防止できる。これに伴い、メッキ厚を増加させることができるので、耐熱性をより向上させることができ、エンジンでの使用中におけるメッキの変色、はげ落ち、錆等によるエンジンからの取り外し不可能という不具合を回避できる。

【0018】また、接地電極にマスキングを施したり、接地電極のみを表面処理層に浸らないようにする等の必要もないため、工数が減少し、経済的な効果も大きく、強酸処理の必要もないため、スパークプラグの性能も安定する。

【0019】

【実施例】本発明のスパークプラグの製造方法を図1ないし図11に示す実施例に基づき説明する。

〔第1実施例〕図1ないし図5は本発明の第1実施例を示すもので、図1は単数の接地電極を有する平行電極スパークプラグを示した図である。平行電極スパークプラグ1は、高電圧が印加される中心電極2と、この中心電極2を保持する筒状の絶縁体3と、この絶縁体3を保持

5

する筒状の主体金具4とを備えている。

【0020】主体金具4の構造を図2及び図3に基づいて詳細に説明する。この主体金具4の中央部より一端側の外周には、工具（図示せず）と係合するボルト状の六角部5が形成されている。主体金具4の中央部より他端側の外周には、内燃機関のエンジンブロック（図示せず）にねじ込むためのネジ部6が形成されている。主体金具4の中央部には、円環状の鋳状部（胴部）7が形成されている。尚、主体金具4の内部には、絶縁体3を挿入するための軸孔8が形成されている。その軸孔8に

は、絶縁体3に係止するテーパ状の係止部9が内側に向かって突き出している。

【0021】また、主体金具4の先端面10には、図3に示したように、途中で主体金具4の軸心に向けてL字状に折り曲げられた接地電極11が抵抗溶接等の手段により接合されている。これらの接地電極11の先端内側には、中心電極2の先端部との間に図1に示したように所定のギャップ長のスパークギャップ12を形成する放電面13が形成されている。尚、接地電極11は、図3に示したように、所定の電極高さhとなるように形成されている。

【0022】〔第1実施例の製造方法〕次に、この実施例の製造方法を図4及び図5に基づき説明する。ここで、図4はこの実施例の製造方法を示した工程図である。

（第1工程）冷間押し出し成形によって、鉄に数パーセント以下の炭素を含有させた低炭素鋼などよりなる金属素材の中央部21より一方側に中央部21の径より大きい径で断面形状が六角形状の筒状部22を形成すると共に、金属素材の中央部21より他方側に中央部21の径より小さい径で断面形状が円筒形状の筒状部23と、更に、冷間押し出し成形によって、その金属素材を軸方向に貫通し、胴部24を有する軸孔8を形成することにより主体金具4が得られる（図4（a）参照）。

【0023】次に、主体金具4の六角形状の筒状部22の外周に切削加工を施すことによって、上方側に円筒状の上端部5aと下端部5bを形成して所定の軸方向寸法の六角部5を形成し、円筒形状の筒状部23の外周に切削加工を施すことによって上方側に上部25aと下方側に下部25bを備える筒状部25を形成し、前記中央部21に鋳状部7を形成することによって主体金具4が得られる（図4（b）参照）。なお、主体金具4は冷間押し出し成形せずに円柱状、六角状などの棒材から切削加工により形成したものでもよい。

【0024】次に、ニッケルを主体とするニッケル合金製の接地電極11を、主体金具4の筒状部25の先端面10に、抵抗溶接等を用いて接合する（図4（c）参照）。なお、接地電極11の材料としてニッケルにCr、Mn、Siを加えたニッケル合金、インコネル（Ni-Cr-Fe）を用い、またこれら材料の放電面に白

6

金、イリジウムまたはこれら合金等の貴金属材料を用いても良く、更にニッケル合金内に銅、純ニッケル等を封入したものを用いてもよい。

【0025】この際、接地電極は溶接後規定長さに切断する。規定長さは、この後の工程で行う接地電極の曲げ形状および中軸付絶縁体を主体金具に組み合わせた際の中軸の位置より予め定めておく。次に、主体金具4の円筒部25のネジ転造を行う。即ち、ネジ部の山形を有する丸形ダイスまたは平形ダイス（いずれも図示せず）を用いてネジ部6を形成することにより主体金具4が得られる（図4（d）参照）。

【0026】なお、ネジ部6の長さは内燃機関のシリンダヘッドの厚さ等によって定められている。ここで、接地電極の溶接とネジ転造の順番は逆でもよい。次に、接地電極の曲げを行う。この曲げ工程で最終的な組み付け状態とほぼ同程度に接地電極をL字状に曲げる（図4（e）参照）。

【0027】（第2工程）次に、前記主体金具4を酸洗する。即ち、該主体金具4を10～20%容量の塩酸に浸漬し、さび、酸化物、切削加工で発生した切り粉等を除去して、水洗いをした後に、該主体金具4の内周と外周及び該接地電極11にニッケルメッキを行う（図4（f）参照）。

【0028】（第3工程）次に、中軸を予め組み込んだ絶縁体9を前記主体金具4に組み付けることによって、前記接地電極11及び前記中軸との間でスパークギャップが形成される。この後必要に応じ、図5のように規格通りのギャップ長を得られるように、該スパークギャップ12にギャップゲージ13を挿入し、前記接地電極を外側から軽く叩くことによって、スパークギャップの微調整を行う。接地電極を叩く作業は極軽く行われるものであるため、メッキの割れ、剥がれ等の不具合はほとんど起こらない。

【0029】〔変形例〕本実施例では、本発明を平行電極スパークプラグ1に用いたが、本発明を2極以上の多極スパークプラグに用いてもよい。また、本実施例では主体金具4は六角部5が鋳状部7よりも大きい形状について説明したが、六角部5が鋳状部7よりも小さい形状の主体金具にも適用することができることはいうまでもない。

【0030】以上のように、この実施例では、抵抗溶接、ネジ転造、接地電極の曲げ工程を行った後に、メッキ工程を行っているため、従来のように接地電極11の曲げ工程によるメッキの割れ、剥離を防止でき、メッキ厚を増加させることができる。

【0031】従来の工程によるメッキの割れ、剥離限界のメッキ厚が約8μmであったのに対し、この工程によれば12μm前後まで増加させることができ、メッキ厚を50%増加させることができ、スパークプラグの性能及び信頼性をより向上させることができる。

【0032】〔第2実施例〕図6は本発明の第2実施例を示すもので、接地電極を2本有する二極スパークプラグの製造方法を示すものである。本実施例では、接地電極を主体金具に溶接した後における接地電極の切断方法、スパークギャップの形成方法のみが第1実施例と相違するため、この相違点を中心に詳細に説明する。

【0033】（第1工程）第1実施例と同様の工程にて、冷間押し出し成形等により主体金具4が得られる（図6（a）参照）。

【0034】次に、主体金具4の筒状部22、23の外周に切削加工を施すことによって、鋸状部7を形成し、主体金具4が得られる（図6（b）参照）。

【0035】次に、ニッケルを主体とするニッケル合金製の接地電極11を、主体金具4の筒状部25の先端面において対向する位置に、抵抗溶接等の電気溶接を用いて2本接合する（図6（c）参照）。この際、接地電極は溶接後規定長さよりも余裕を持った長さで切断する。

【0036】次に、主体金具4の円筒部25のネジ転造を行う（図6（d）参照）。なお、接地電極の溶接とネジ転造の工程は逆でもよい。

【0037】図7は次に行う接地電極の曲げ工程を示した図である。この曲げ工程を行う曲げ成形機27は、接地電極11の所定の曲げ形状に応じた形状の成形面28を有する曲げ型29、主体金具4を曲げ型29側へ案内するガイド30、および主体金具4の内側から外側（図示矢印方向）に向かって移動する曲げパンチ31等より構成されている。

【0038】この曲げパンチ31は、主体金具4の軸穴8内を貫通して2本の接地電極11を曲げ型29の上面に押しつけて塑性変形させる。なお、曲げパンチ31は、主体金具4の軸穴8内の係止部9に当接する肩部32を有し、肩部32より下方に延びる脚部33の長さで2本の接地電極11の電極高さが決まる。

【0039】次に主体金具4を、曲げ型29の成形面28に接触するようにガイド30内に挿入した後に、曲げパンチ31の脚部33の先端面により途中から主体金具4の軸心に向けてL字状に接地電極11を折り曲げる（図6（e）参照）。

【0040】この曲げ工程により、2本の接地電極11の先端面が対向配置され、2本の接地電極11が共に所定の電極高さhとなるように形成される。

【0041】（第2工程）第1実施例と同様にニッケルメッキ処理を行う（図6（f）参照）。

【0042】（第3工程）図8は接地電極の打ち抜き工程を示した図である。この打ち抜き工程を行う打ち抜き成形機34は、接地電極11の先端部より切断された切れ片（図示せず）を排出する排出孔35を有する打ち抜き型36、主体金具4を打ち抜き型36側へ案内するガイド37、および主体金具4の内側から外側（図示矢印方向）に向かって移動する打ち抜きパンチ38等より構成されている。

成されている。この打ち抜きパンチ38は、主体金具4の軸穴8内より2本の接地電極11の先端部を打ち抜く。

【0043】次に主体金具4の接地電極11が打ち抜き型36の上面に接触するようにガイド37内に挿入した後に、打ち抜きパンチ38の先端部39により2本の接地電極11の先端部を打ち抜くことによって、図9に示したように、2本の接地電極11の先端部に打ち抜き径φとなる放電端面13を形成する（図6（g）参照）。尚、接地電極の打抜工程と、メッキ工程は順序が逆でもよい。以上の第1工程から第3工程を行うことによって主体金具4が製造される。

【0044】（第4工程）次に、中軸を予め組み込んだ絶縁体を前記主体金具4に組み付けることによって、前記接地電極11及び前記中軸との間でスパークギャップ12が形成される（図6（h）参照）。

【0045】メッキ工程後に、打抜工程を行った場合には、打抜工程で精度良く打ち抜いたものが、主体金具を出し入れする際に主体金具4同士のぶつかりあいにより接地電極11が変形したりすることが防止される。これにより中軸付絶縁体の組み付け後における、接地電極11の放電端面13との中心電極2の先端部との間に形成されるスパークギャップ12（図1参照）のギャップ長の精度やスパークギャップ12の位置の精度を飛躍的に向上することができる。

【0046】また規格外となる主体金具4の個数を著しく減少することができるので、規格通りのスパークギャップ12のギャップ長を得られるように、複数の接地電極11の放電端面13間の寸法を拡げたり、狭めたりする調整作業を廃止することができる。このため、量産性を向上することができ、スパークプラグ1の製作コストを著しく低下させることができる。

【0047】〔第3実施例〕図10は本発明の第3実施例を示すもので、接地電極の曲げ工程を示した図である。この実施例の曲げ成形機41は、主体金具4の軸穴8内に嵌め込まれて主体金具4を保持する芯金42、および図示上方より2本の接地電極11に向かって移動する曲げ型43等により構成されている。芯金42は、主体金具4の軸穴8内の係止部9に当接する肩部44を有し、肩部44より上方に延びる頭部45の長さで2本の接地電極11の電極高さが決まる。また、曲げ型43は、下面に成形面46を有し、芯金42の頭部45の上部との間で2本の接地電極11を挟み込んで、2本の接地電極11の途中から主体金具4の軸心に向けてL字状に2本の接地電極を折り曲げる。この実施例のように、2本の接地電極11の曲げ工程では、主体金具4に対し曲げ型43が移動して主体金具4の外側より力を加えてもよい。

【0048】〔第4実施例〕図11は、本発明の第4実施例を示すもので、接地電極の打ち抜き工程を示した図

である。この実施例の打ち抜き成形機47は、主体金具4の軸穴8内に嵌め込まれて主体金具4を保持する芯金48の内部には接地電極11の先端部より切断された切れ片(図示せず)を排出する排出孔50が形成されている。また、打ち抜きパンチ49は、主体主体金具4の外側から内側(図示矢印方向)に向かって2本の接地電極11の先端部を切断する。この実施例のように、接地電極11の打ち抜き工程では、主体金具4の外側より力を加えてもよい。

【0049】〔変形例〕第2から第4実施例では、本発明を2極スパークプラグ1に用いたが、本発明を3極以上の多極スパークプラグに用いてもよい。また、第1から第4実施例では、ニッケルメッキを使用した、ニッケルメッキクロメート処理、クロムメッキ、ニッケルクロムメッキ又は亜鉛ニッケルメッキ等でもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施例にかかる平行電極型スパークプラグを示した側面図である。

【図2】 本発明の第1実施例にかかる主体金具を示した断面図である。

【図3】 第2図の主要部を示した断面図である。

【図4】 本発明の第1実施例の製造方法を示した工程図である。

【図5】 本発明の第1実施例にかかるスパークギャップの微調整を行う工程を示す側面図である。

【図6】 本発明の第2実施例の製造方法を示した工程

図である。

【図7】 本発明の第2実施例にかかる接地電極の曲げ加工を行う曲げ成形機を示した断面図である。

【図8】 本発明に第2実施例にかかる接地電極の打ち抜き加工を行う打ち抜き成形機を示した断面図である。

【図9】 本発明の第2実施例にかかる主要部を示す正面図である。

【図10】 本発明の第3実施例にかかる接地電極の曲げ加工を行う曲げ成形機を示した断面図である。

【図11】 本発明の第3実施例にかかる接地電極の打ち抜き加工を行う打ち抜き成形機を示した断面図である。

【図12】 従来の易加工表面処理製造方法を行う工程図である。

【図13】 従来の第1の難加工表面処理製造方法を行う工程図である。

【図14】 従来の第2の難加工表面処理製造方法を行う工程図である。

【符号の説明】

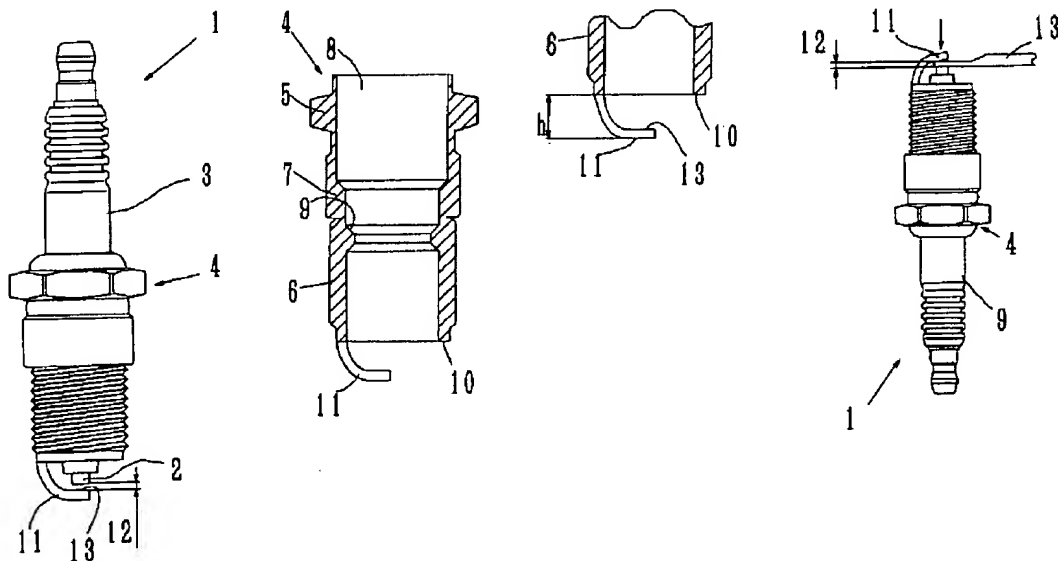
- | | | |
|----|----|--------------|
| 20 | 1 | 平行電極型スパークプラグ |
| | 2 | 中軸 |
| | 4 | 主体金具 |
| | 11 | 接地電極 |
| | 12 | スパークギャップ |
| | 13 | 放電端面 |

【図1】

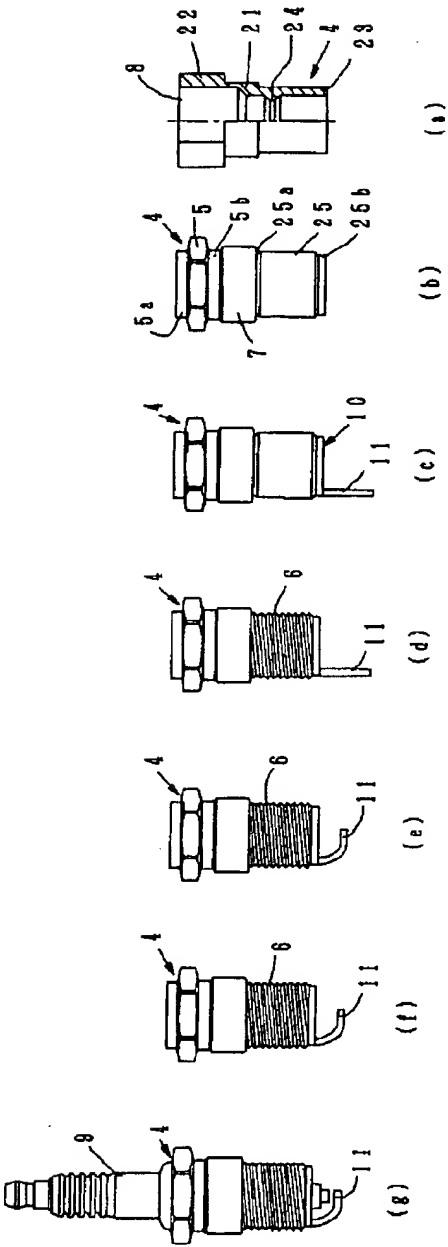
【図2】

【図3】

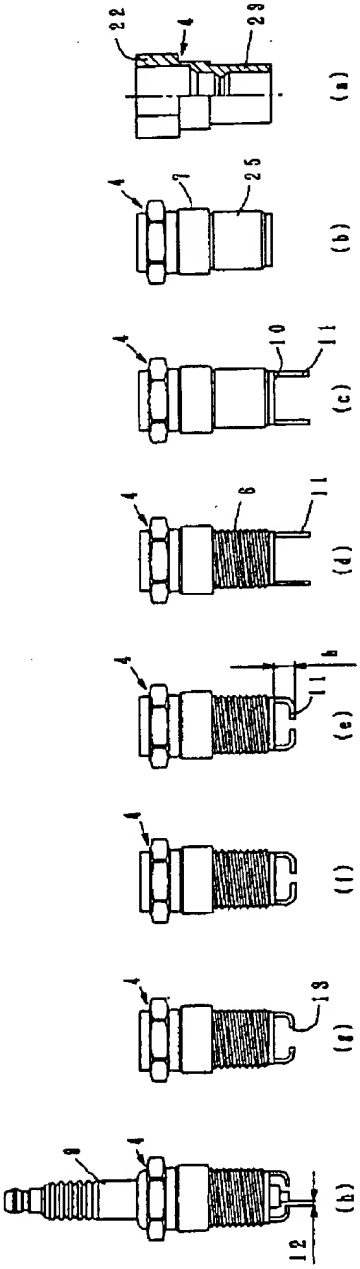
【図5】



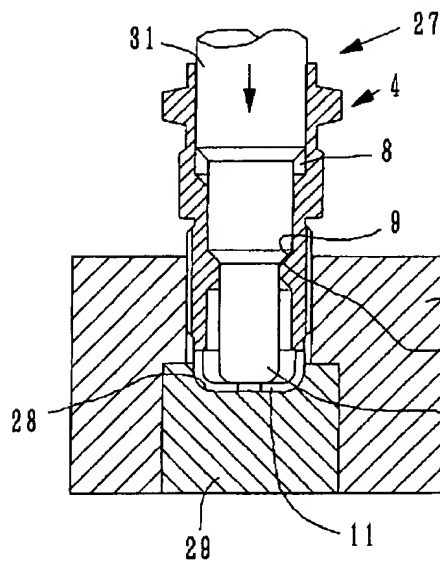
【図4】



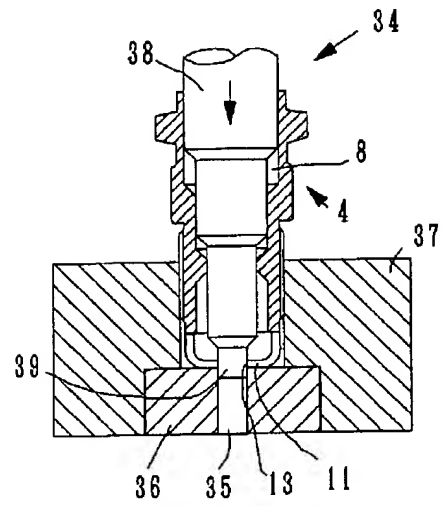
【図6】



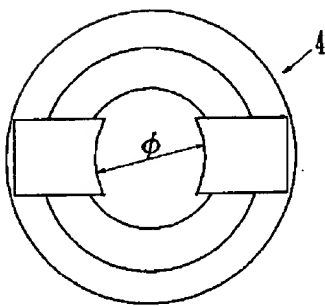
【図7】



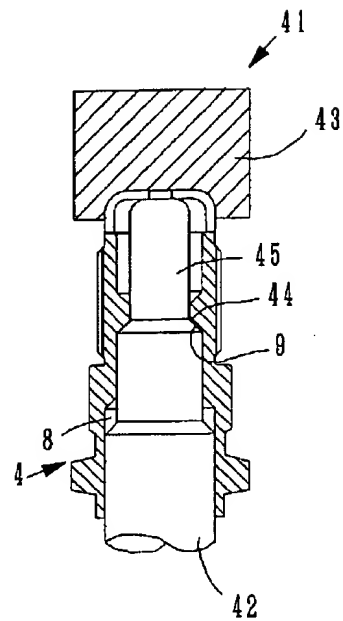
【図8】



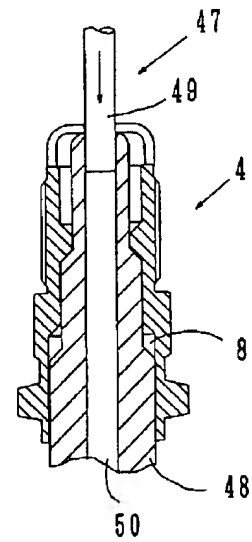
【図9】



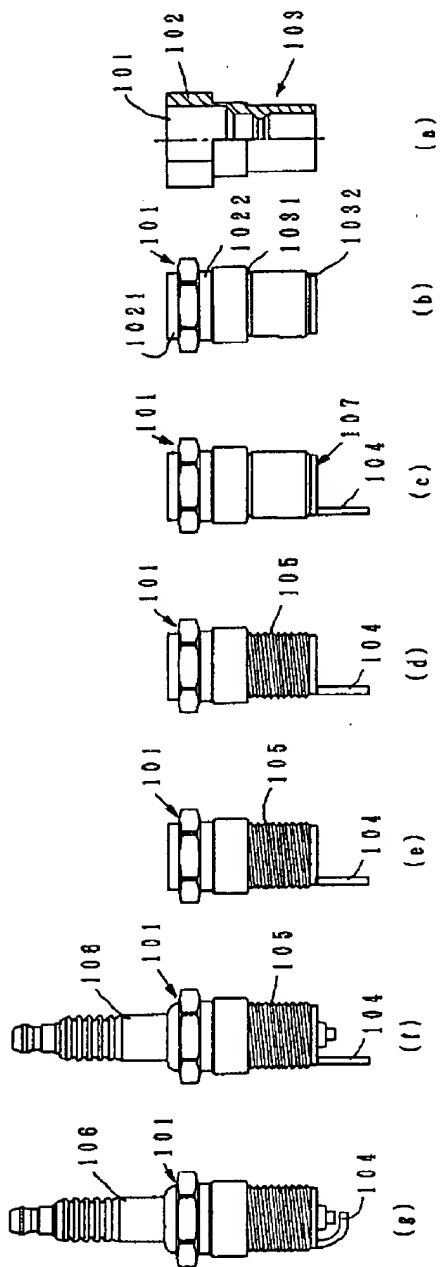
【図10】



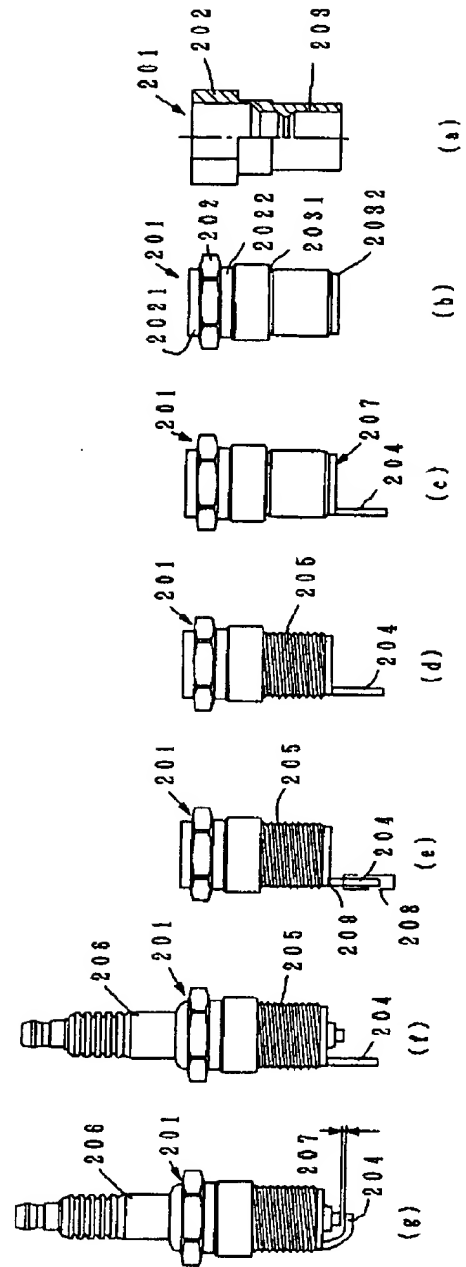
【図11】



【図12】



【図13】



【図14】

